

イネばか苗病の保菌叢低減を目的とした 本田期防除薬剤の探索と薬剤散布手法の検討

鈴木智貴, 笹原教子¹⁾, 笹原剛志²⁾

Screening for Fungicides that Reduce Rates of Rice Seed Infection with 'Bakanae' Disease, and Techniques for Applying the Fungicides to Paddy Fields

Tomotaka SUZUKI, Noriko SASAHARA, Masashi SASAHARA

抄 録

イネばか苗病に対する本田での本病保菌叢を低減させることを目的に、本田期に本病の保菌叢低減に有効な薬剤の探索およびその散布手法を検討した。各種薬剤を出穂直前、穂揃い期および傾穂期の3回散布で保菌叢の低減効果を検討した結果、DMI剤系統の薬剤の効果が高く、またいもち病を対象とした本田期の散布剤でも効果が認められた。次に、本田散布の適期および散布回数をいもち病との同時防除を念頭に、いもち病防除剤であるフェリムゾン・フサライド水和剤を用いて検討した。その結果、散布適期は出穂期前5日から出穂期後10日に散布した場合で保菌叢を低減できる傾向が認められた。散布回数については1回目を出穂期に、2回目を出穂期後14あるいは21日に散布した場合に保菌叢を低減できた。また、ばか苗病菌に対するイネ穂の感受性の変動を接種試験により調査した結果、散布適期であった出穂期およびその5日後と10日後の感受性が高かった。以上の結果から、本田期薬剤散布によりイネばか苗病の保菌を低減できる可能性が示された。

キーワード：水稲, イネばか苗病, *Fusarium fujikuroi*, 種子生産, 本田期薬剤散布

Key words : Paddy rice, Application to paddy field, 'bakanae' disease, *Fusarium fujikuroi*, rice seed production

緒 言

イネばか苗病は水稻育苗期および本田に発生する病害で、イネばか苗病菌 *Fusarium fujikuroi*^{4) 6)} によって引き起こされる種子伝染性病害である。本病は育苗期のイネ苗中でジベレリンを産生して苗を徒長させる。また、徒長苗だけでなく生育が著しく抑制された苗や徒長後に回復する苗など様々な発病様相を呈する⁹⁾ ほか、健全苗と見かけ上ほぼ同一の潜伏感染苗が育苗箱内に発生し、本田に移植されたのちに発病する。

宮城県では近年、本病の発生が増加傾向にあり、育苗期で問題となっているほか、移植後の本田においても発生が増加している。本病は種子伝染性病害であることから、最も問題視されるのは種子生産の場面である。宮城県では発生ほ場からの孢子飛散距離を調査し^{2) 3)}、種子生産ほ場周辺100m以内に本病が発生したほ場が確認された場合、あるいは200m以内に多発ほ場（有害動植物発生予察事業の発生基準で発病株率16%以上）が確認された場合はその種子生産ほ場での

採種を原則禁止としている。このため、上述のようなほ場が認められた場合は発生ほ場に立ち入って抜き取り作業を行い種子生産ほ場の審査を通過しなければならないが、これには多大な労力とコストを要する。そこで本研究では、種子生産ほ場周辺でのばか苗病対策ではなく、種子生産ほ場内において実施できる対策を検討した。すなわち、種子生産ほ場において本病の種子保菌を抑制する薬剤を探索し、薬剤散布により保菌種子を低下させる散布手法を検討した。

材料および方法

1 試験ほ場の設置

試験は古川農業試験場内実験水田で行った。隣り合う5.0aのほ場を2面使用し、一方は種子生産ほ場を想定してばか苗病を発生させないほ場（以下、健全ほ場）とし、他方はばか苗病を発生させ（以下、発病ほ場）、種子生産ほ場へ容易に孢子が飛散して種子が保菌できる状況を用意した。

供試品種は試験期間を通してひとめぼれを用いた。健全ほ場の苗は種子を塩基性塩化銅・フルジオキソニル・ペフラゾエート水和剤（商品名：モミガードC水和剤）で種子消毒し、試験場慣行で育苗した。発病ほ場の苗はばか苗病をイネの開花期に噴霧接種して作製した保菌種籾を、重量比で5～10%混入させた種子を無消毒で育苗した。発病ほ場の状況は、2008年および2009年は発病株率で約30%、2010年および2011年は発病株率で約20%であった。

2 薬剤の探索

ばか苗病に対しては種子消毒剤としての登録薬剤があるが、本田期に登録のある薬剤はない。そこで、供試する薬剤は、①いもち病や紋枯病などとの同時防除が可能で、水稻の本田期ですでに登録のある薬剤、②登録はないがばか苗病菌と同属の病原菌により引き起こされるムギ類赤かび病を対象とした薬剤、③種子消毒でばか苗病に登録されている薬剤から探索した（第1表）。このうち、2008年はオキサストロビン粒剤、トリシクラゾール・フェリムゾン水和剤、シメコナゾール粒剤、チオファネートメチル水和剤、フェリムゾン・フサライド水和剤、テブコナゾール水和剤、2009年はオキサストロビン粒剤とトリシクラゾール・フェリムゾン水和剤を除き、塩基性塩化銅・フルジオキソニル・ペフラゾエート水和剤を新たに供試した。薬剤散布は背負い式動力噴霧器を用いて所定濃度に調製した各薬剤を所定量散布し、収穫まで栽培後、脱穀・調製して水選（比重1.0）した種子を育苗試験に供した。薬剤の散布回数は出穂直前、穂揃い期、傾穂期の3回

散布とした。なお、薬剤の効果を確実にみるために2008年は多発ほ場に試験区を設けて試験を行い、2009年は実際の種子生産現場を想定して健全ほ場で試験を実施した。

3 イネ穂のばか苗病菌に対する感受性

イネの穂における本病原菌に対する感受性の時期的変動を確認するため、ポット試験による接種試験を行った。育苗培土（くみあい粒状培土L）を充填した1/5000aのワグネルポットに3～4葉期のイネ苗（品種：ひとめぼれ）を4本植えて1株移植し、出穂直前まで栽培した。出穂期を基準とし、その前後10日、同5日、出穂期後15日、同21日および収穫直前のイネにばか苗病菌を噴霧接種した。接種はオートミール培地（ショ糖5g、オートミール粉末50g/L）で培養して常法により分生胞子を形成させ、 10^5 個/mlの濃度に調製した懸濁液を1ポット当たり50mlで行った。接種後、2010年は25℃、飽和湿度の接種箱に24時間静置し、2011年はガラス温室内で接種穂を覆うようにビニール袋を被せて一晩保持した。採集した種子は水選（比重1.0）し、畑中ら^{1) 2)}に準じて駒田培地上で7～10日培養し、検鏡観察および菌叢、菌糸の状態からフザリウム属菌であることを確認し、これをばか苗病菌として保菌率を算出した。本試験は2010年は300粒、2011年は100粒を各処理区供試して行った。

4 散布時期および散布回数の検討

ばか苗病菌の種子保菌を低下させる散布時期を検討するため、健全ほ場で試験を行った。薬剤はフェリム

表1 試験薬剤の供試概要

試験年	供試薬剤	希釈倍率	処理量	処理時期	類別 ^{注)}
2008	フェリムゾン・フサライド水和剤	1000倍	150l/10a	出穂直前、穂揃い期、傾穂期	①
	トリシクラゾール・フェリムゾン水和剤	1000倍	150l/10a	出穂直前、穂揃い期、傾穂期	①
	オキサストロビン粒剤	-	3kg/10a	出穂2週間前	①
	シメコナゾール粒剤	-	3kg/10a	出穂2週間前	①
	チオファネートメチル水和剤	1000倍	150l/10a	出穂直前、穂揃い期、傾穂期	②
	テブコナゾール水和剤	2000倍	150l/10a	出穂直前、穂揃い期、傾穂期	②
2009	フェリムゾン・フサライド水和剤	1000倍	150l/10a	出穂直前、穂揃い期、傾穂期	①
	シメコナゾール粒剤	-	3kg/10a	出穂2週間前	①
	銅・フルジオキソニル・ペフラゾエート水和剤	2000倍	150l/10a	出穂直前、穂揃い期、傾穂期	③
	チオファネートメチル水和剤	1000倍	150l/10a	出穂直前、穂揃い期、傾穂期	②
	テブコナゾール水和剤	2000倍	150l/10a	出穂直前、穂揃い期、傾穂期	②

注) ①いもち病や紋枯病などとの同時防除が可能で、水稻の本田期ですでに登録のある薬剤

②登録はないがばか苗病菌と同属の病原菌により引き起こされる麦類赤かび病を対象とした薬剤

③種子消毒でばか苗病に登録されている薬剤

ゾン・フサライド水和剤を用いた。出穂期を基準としてその前後 10 日および同 5 日に 1 回散布を行った。散布回数については、出穂期を第 1 回目の散布として固定し、1 回目の散布後 7 日目、14 日目あるいは 21 日目に 2 回目の散布を行った。これらの試験は 2010 年と 2011 年に実施した。

5 保菌初の評価方法

保菌初の評価は、育苗試験により行った。採取した

種子を 50℃で 5 日間処理して休眠打破を行い、浸種を 15℃で 6 日間、催芽を 30℃で 24 時間、その後播種をして 30℃、3 日間加温出芽を行った。播種は標準育苗箱の 1/10 サイズの弁当箱に箱当たり乾粒換算で 16g とし、出芽後は人工気象室（8:00~16:00 は 25℃、16:00~8:00 は 15℃、湿度 60%、自然光）で 20~30 日育苗して発病苗率、また 2010 年からは育苗期の細菌病がの多発が認められたため、徒長苗のみ本病と見なして徒長苗率を算出した。なお、ばか苗病の発病

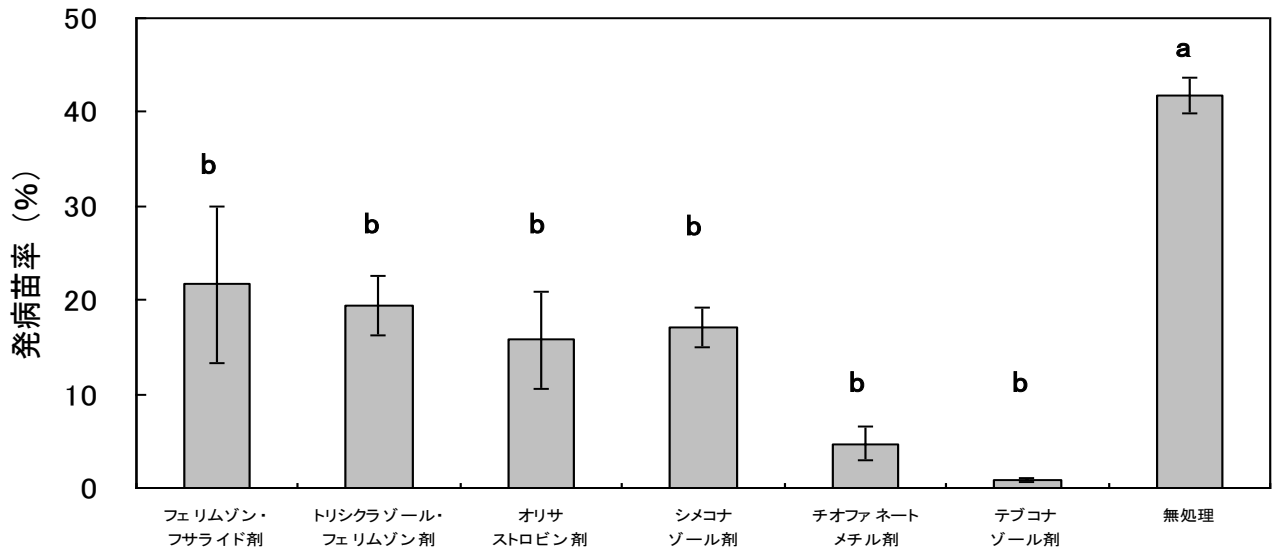


図 1 各種薬剤によるばか苗病抑制効果 (2008)

小文字アルファベットは、異なる符号間に 5%水準で有意 (角変換後, Tukey 法)。

グラフは 3 反復の平均値に標準誤差を付した。

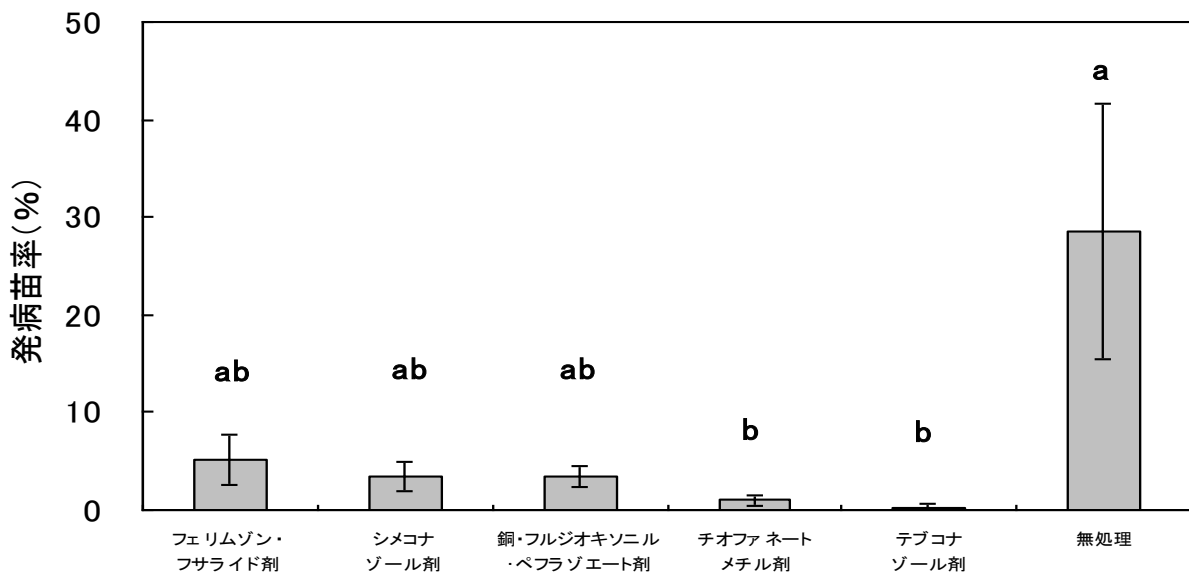


図 2 各種薬剤によるばか苗病抑制効果 (2009)

小文字アルファベットは、異なる符号間に 5%水準で有意 (角変換後, Tukey 法)。

グラフは 3 反復の平均値に標準誤差を付した。

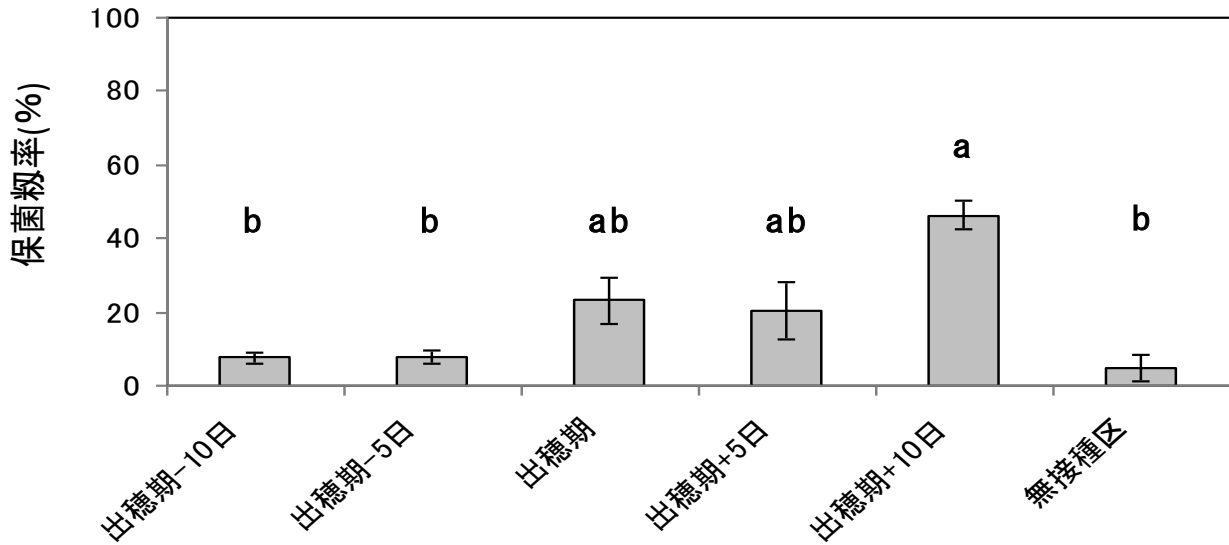


図3 各接種時期におけるばか苗病菌保菌率 (2010)

小文字アルファベットは、異なる符号間に5%水準で有意 (角変換後, Tukey 法).

グラフは3反復の平均値に標準誤差を付した.

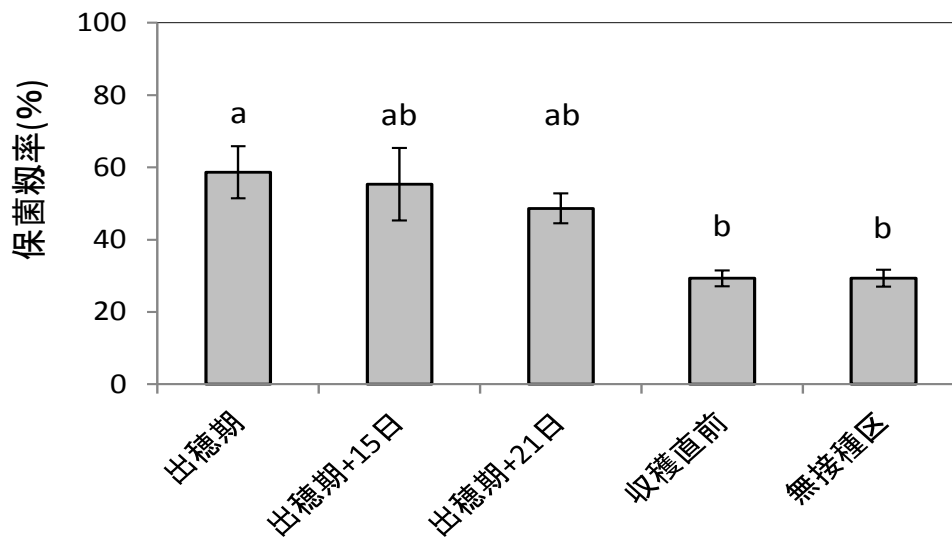


図4 各接種時期におけるばか苗病菌保菌率 (2011)

小文字アルファベットは、異なる符号間に5%水準で有意 (角変換後, Tukey 法).

グラフは3反復の平均値に標準誤差を付した.

を判別しやすくするため、適宜、園田ら⁷⁾の方法に準じて矮化剤 (ユニコナゾールP液剤250倍)を播種後覆土前にかん注処理を行った。

結果

1 薬剤の探索

供試した薬剤の保菌率低減の効果を、採取した種子

の育苗試験により検討した結果、2008年に供試した薬剤ではテブコナゾール水和剤が保菌率を低下させる効果が高かった。次いでチオファネートメチル水和剤の効果が高かった。本田期に水稻に登録のある薬剤ではオリサストロビン粒剤、シメコナゾール粒剤、トリシクラゾール・フェリムゾン水和剤、フェリムゾン・フサライド水和剤の順に効果が認められた (図1)。

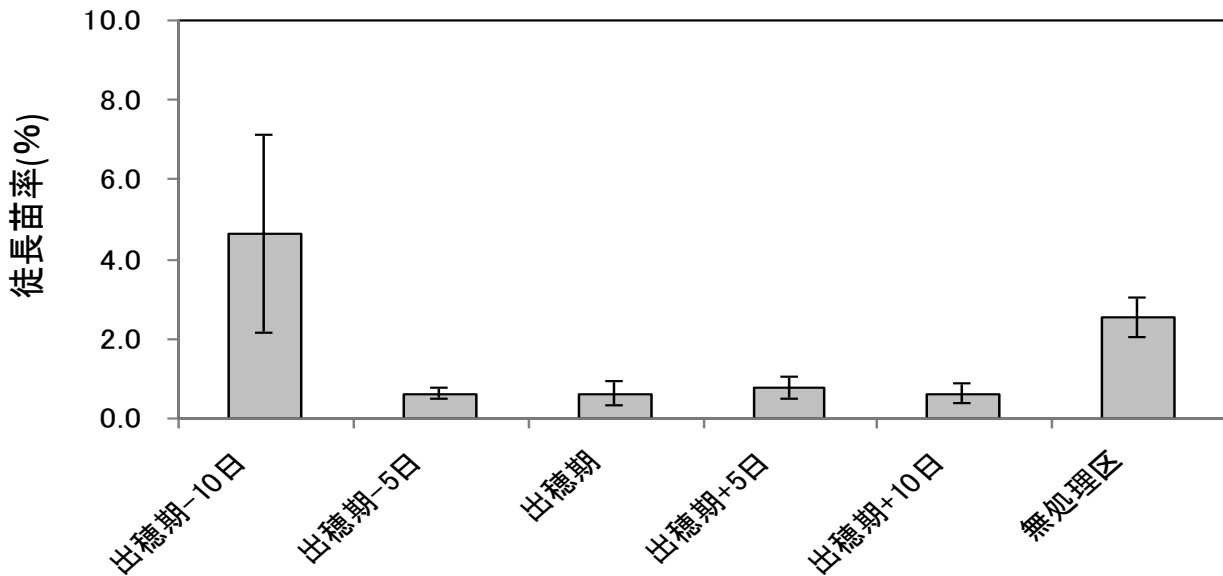


図5 各散布時期におけるばか苗病抑制効果 (2010)

角変換後, Tukey 法による検定の結果, 有意差は無し.

グラフは3反復の平均値に標準誤差を付した.

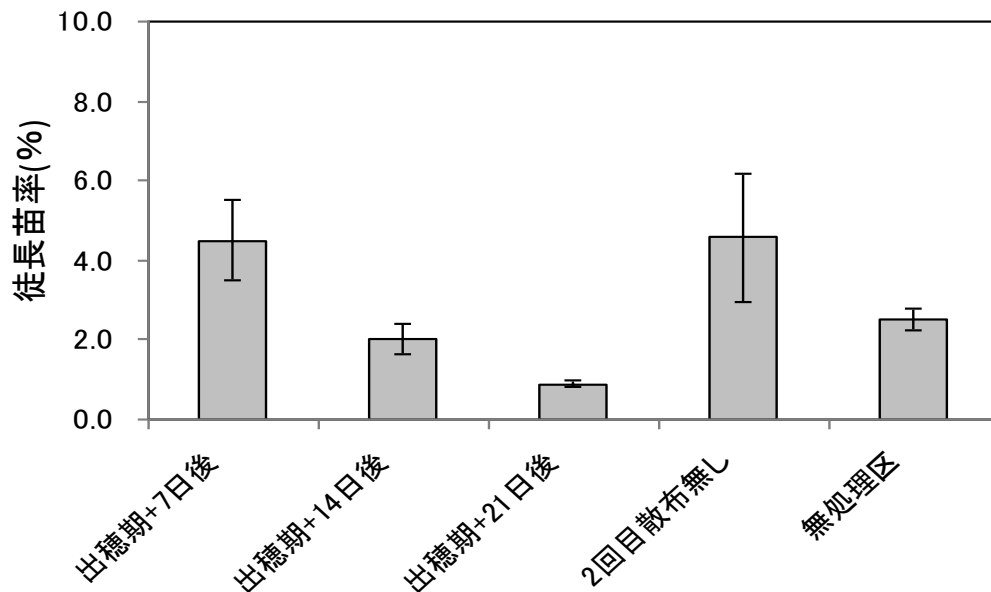


図6 2回目の散布時期を変えた場合のばか苗病抑制効果 (2011)

角変換後, Tukey 法による検定の結果, 有意差は無し.

1回目の散布は出穂期に固定した.

グラフは3反復の平均値に標準誤差を付した.

2009年の試験では, テブコナゾール水和剤, チオファネートメチル水和剤の効果は同様に高く, また種子消毒剤である銅・フルジオキシニル・ペフラゾエート水和剤の効果が高かった. また, フェリムゾン・フサライド水和剤やシメコナゾール粒剤でも効果が認められた (図2).

2 イネ穂における感受性

ばか苗病菌に対するイネ穂の感受性を検討した結果, 出穂期, 出穂期後5日, 同10日, 同15日および同21日に本菌を接種することで保菌率が高まった (図3, 図4). 一方, 出穂期以前の接種では保菌率は無接種区とほぼ同等であり, また収穫直前においても同様であった.

3 薬剤散布の時期および回数

薬剤散布の適期および散布回数を、フェリムゾン・フサライド水和剤を用いて検討した結果、散布の適期は出穂期、出穂期前後5日および出穂期後10日に散布をした場合に無散布の場合と比較して種籾の保菌を抑制できる傾向が認められた。一方出穂期前10日に散布した場合は効果が認められなかった(図5)。

散布回数については、出穂期から14~21日後に2回目の散布をした場合に徒長苗率を低下させる傾向が認められた。一方、出穂期とその7日後および2回目の散布無しでは本菌の保菌を低下させる効果は認められなかった(図6)。

考 察

近年、宮城県ではイネばか苗病が多発している。中畑ら⁵⁾は、本県が環境保全型農業の推進に伴い種子消毒法が従来の化学合成農薬から、温湯浸漬法や生物農薬による種子消毒が急速に普及し、未だこれらの技術が習熟不足であることが要因の一つと指摘している。本病が最も問題となるのは種子生産の場面である。そこで、本試験では種子生産ほ場周辺でのばか苗病対策ではなく、種子生産ほ場で実施できる対策として、本病のほ菌籾を低減させる本田期の薬剤散布手法について検討した。

まず、ばか苗病に対して本田散布により保菌率を低下させる薬剤の探索を行った。本病に対する本田期での登録薬剤はないため、上述のような基準で薬剤を選抜して本田散布に供試した結果、試験を行った2カ年共通してテブコナゾール水和剤、シメコナゾール粒剤の効果は高く、また、銅・フルジオキシニル・ペフラゾエート水和剤についても同様に保菌率を低下させる効果が高かった。これらの薬剤は菌類の細胞壁合成を阻害するDMI系統の薬剤であり、ばか苗病菌に対する種子消毒剤やムギ類赤かび病防除薬剤に用いられている。また同じくばか苗病の種子消毒に用いられるチオファネートメチル水和剤も効果が高かったことから、本病に効果のある種子消毒剤や、同属の*Fusarium*による赤かび病防除に用いられている薬剤は、ばか苗病防除の本田期薬剤散布にも有効であることが示された。一方、水稻にすでに登録のある薬剤でその効果を検討した結果、DMI剤と比較すると効果は劣るものの、

フェリムゾン・フサライド水和剤、トリシクラゾール・フェリムゾン水和剤およびオリサストロビン粒剤でも無処理区と比較して有意に保菌率を低下させた。このことから、既存薬剤による本田期での本病防除の可能性が示された。

次に、本田で薬剤を散布する際の時期と回数を検討した。薬剤は前試験で探索したものから、本田に登録があり、耐性菌の懸念が少なくイネいもち病との同時防除が可能であることを考慮し、フェリムゾン・フサライド水和剤を供試した。その結果、散布適期については出穂期前5日から出穂期後10日の散布が本病防除に有効であった。さらに散布回数については、1回散布と比較して2回散布した場合により保菌率を低下させる傾向が認められ、2回目散布の時期は1回目の散布後14~21日に散布した場合に効果的であった。この結果は、本病原菌に対するイネ穂の感受性試験の結果とおおむね一致したと考えられた。すなわち、イネ穂の感受性は出穂前では低く、出穂期から20日程度は感受性が高いことから、この時期に合わせて薬剤を散布することで本病原菌の保菌を防止することが可能と考えられた。一方、出穂期とその7日後に散布した区においては2回目散布の効果が認められなかった。さらに2010年の試験では出穂期前後の1回散布のみでも無処理区と比較して効果が認められている。この理由については不明であるが、野外における孢子飛散の時期と関係しているかもしれない。渡部⁸⁾は、ばか苗病発病ほ場の分生孢子飛散状況を調査しているが、それによるとばか苗病菌の孢子飛散には降雨が関与しており、かつイネ体上の分生孢子形成部位が‘ぬれ’状態の時に飛沫状となって飛散することを明らかにしている。このことから、ばか苗病の保菌率を低減させる薬剤散布の効果をより高めるためには、効果の高い薬剤をイネ穂の感受性の高い時期に行うことが最も重要であるが、同時に発生ほ場での孢子飛散時期や気象との関係をより詳細に調査する必要がある。これは本病原菌の孢子飛散のタイミングによっては薬剤散布の回数変動することを示唆しており、本試験のような散布技術はばか苗病菌の本田における生態を把握した上でさらに検討することが必要と考えられる。

上述のように宮城県ではばか苗病の発生が増加傾向にあるが、環境に配慮した水稻栽培において温湯浸漬法や生物農薬による種子消毒は基幹技術となっている

ため、ばか苗病は切り離すことのできない問題であり今後も発生し続ける可能性がある。畑中³⁾はばか苗病の発生と育苗管理方法との関係を調査し、浸種温度や催芽温度等を制御することで本病の発生を抑制できることを明らかにしている。この情報は水稻栽培農家にかなり周知されて実践されているが、未だ収束には至っていない。本試験のような種子生産ほ場を対象とした対策技術は種子生産ほ場をそれ以外のばか苗発生ほ場から保護する補完的な技術であり、根本的な解決には至らないと著者は考えている。ばか苗病の根絶には伝染源となる移植後の本田での発生を抑制することが重要であり、そのためには種子生産農家だけでなく一般栽培農家のばか苗病に対する意識をより高め、種子生産ほ場を持っている地域が一丸となってばか苗病対策を講じていく必要がある。

引用文献

- 1) 畑中教子, 畑谷みどり, 笹原剛志. 2007. イネばか苗病の多発圃場が周辺圃場の種子保菌率に及ぼす影響. 北日本病虫研報 58 ; 25-29
- 2) 畑中教子. 2009. イネばか苗病の多発圃場が周辺圃場の保菌率に与える影響. 植物防疫 63 (3) ; 131-134
- 3) 笹原教子. 2013. 育苗管理方法がイネばか苗病の発生に及ぼす影響. 宮城古川農試報 (11:85-92)
- 4) 入江和己. 2011. フザリウム分類と生態・防除一. 全国農村教育協会. pp676-677
- 5) 中畑庸子, 渡邊真紀子, 辻 英明, 鈴木智貴. 2012. 宮城県における近年の種子消毒の変遷とイネばか苗病発生との関係. 北日本病虫研報 63 ; 239 (講要)
- 6) Nirenberg, H. I. and O'Donnell, K.. 1998. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. Mycologia 90 ; 434-458
- 7) 園田亮一, 李家瑞, 宮坂 篤, 岩野正敬. 2001. 矮化剤を利用したイネばか苗病発病苗の判別方法. 関東病虫研報 48 ; 7-11
- 8) 渡部 茂. 1985. イネ馬鹿苗病の発生生態並びにその防除技術の改善に関する研究. 岩手農試研報 25 ; 1-73
- 9) 山中 達, 本藏良三. 1978. イネばか苗病菌接種イネ苗に発現する病徴型. 日植病報 44 ; 57-58

Screening for Fungicides that Reduce Rates of Rice Seed Infection with 'Bakanae' Disease, and Techniques for Applying the Fungicides to Paddy Fields

Tomotaka SUZUKI, Noriko SASAHARA and Masashi SASAHARA

Summary

To establish a fungicide application technique for reducing rates of infection of rice seed with bakanae disease caused by *Fusarium fujikuroi*, we searched for an effective fungicide and appropriate application technique. We examined the effect of applying fungicides at three stages in reducing infection: just before heading; at the gathered heading stage; and at the incline ear stage. The effects of applying demethylation inhibitors at each the three stages on *Fusarium* head blight of wheat and seed disinfection for bakanae disease were high. The effect of the fungicide was acceptable in the case of rice blast disease. Next, we examined the timing and number of fungicide applications suitable for reduction the rates of infection of rice seed with bakanae disease, in consideration of the prevention of rice blast disease. A suitable time was the period from 5 days before, to 10 days after, heading. Two sprays was sufficient: the first at heading and the second 14 or 21 days after. In addition, investigation of the changes in sensitivity of the rice ear to inoculated *Fusarium fujikuroi* revealed that the highly sensitive stage was from heading to 10 days after. These results showed that application of fungicides to paddy field can reduce the rates of infection of rice seed with bakanae disease.